

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA “JUAN MISAEL SARACHO”

FACULTAD DE CIENCIAS Y TECNOLOGÍA

CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL



TOMO I

**“DISEÑO ESTRUCTURAL DEL CENTRO DE CAPACITACIÓN
DEL BARRIO SANTIAGO”**

TARIJA-CERCADO

Por:

JHONATAN JAVIER VILTE COLQUE

SEMESTRE II - 2025

TARIJA – BOLIVIA

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA “JUAN MISAEL SARACHO”

FACULTAD DE CIENCIAS Y TECNOLOGÍA

CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL

TOMO I

**“DISEÑO ESTRUCTURAL DEL CENTRO DE CAPACITACIÓN
DEL BARRIO SANTIAGO”**

TARIJA-CERCADO

Por:

JHONATAN JAVIER VILTE COLQUE

Proyecto de grado presentado a consideración de la UNIVERSIDAD AUTÓNOMA “JUAN MISAEL SARACHO” como requisito para adoptar el proyecto de grado académico de Licenciatura de Ingeniería Civil.

SEMESTRE II - 2025

TARIJA – BOLIVIA

DEDICATORIA

A toda mi familia, especialmente a mis queridos hermanos quienes son los que me brindan el ánimo necesario para seguir adelante en la vida a pesar de las dificultades que se atraviesen en el trayecto.

ÍNDICE

CAPÍTULO I. ANTECEDENTES	1
1.1. EL PROBLEMA	1
1.1.1. Planteamiento del Problema.....	1
1.2. OBJETIVOS	1
1.2.1. Objetivo General	1
1.2.2. Objetivos Específicos.....	1
1.3. JUSTIFICACIÓN	2
1.3.1. Académica.....	2
1.3.2. Técnica.....	2
1.3.3. Social.....	3
1.4. ALCANCE DEL PROYECTO.....	3
1.4.1. General	3
1.5. LOCALIZACIÓN DEL PROYECTO	3
1.5.1. Descripción del Lugar de Emplazamiento	4
CAPÍTULO II. MARCO TEÓRICO.....	6
2.1. LEVANTAMIENTO TOPOGRÁFICO.....	6
2.1.1. Curvas de Nivel	6
2.2. ESTUDIO DE SUELO.....	7
2.3. DISEÑO ARQUITECTÓNICO	7
2.4. IDEALIZACIÓN ESTRUCTURAL.....	8
2.5. NORMAS DE DISEÑO.....	8
2.6. DISEÑO ESTRUCTURAL DE UNA OBRA CIVIL.....	9

2.7.	CARACTERÍSTICAS DE CÁLCULO DE LOS MATERIALES	9
2.7.1.	Hormigón	9
2.7.1.1.	Características Mecánica del Hormigón	10
2.7.1.2.	Coeficiente de Poisson	11
2.7.1.3.	Coeficiente de Dilatación Térmica	11
2.7.2.	Aceros	12
2.7.2.1.	Resistencia característica.....	12
2.7.2.2.	Resistencia de cálculo	12
2.7.2.3.	Coeficiente de Dilatación Térmica	12
2.7.3.	Cálculo de Estructuras de Hormigón Armado (H° A°).....	12
2.7.3.1.	Generalidades	12
2.7.3.2.	Coeficientes de Minoración de Resistencias y Mayoración de Cargas.....	13
2.7.3.3.	Dominios de Deformación	14
2.7.4.	Adherencia Entre el Hormigón y el Acero.....	15
2.7.4.1.	Disposición de las Armaduras.....	16
2.7.4.2.	Recubrimiento	17
2.7.4.3.	Anclaje de las armaduras	18
2.7.4.4.	Juntas de Dilatación	21
2.8.	DISEÑO DE LOSAS	21
2.8.1.	Losa Alivianada con Viguetas Pretensadas.....	21
2.8.1.1.	Viguetas Pretensadas.....	23
2.8.1.2.	Armadura de Distribución.....	24
2.9.	DISEÑO DE VIGAS.....	25

2.9.1.	Cálculo a Flexión Simple.....	26
2.9.1.1.	Cálculo de la Armadura Longitudinal a Tracción.....	26
2.9.1.2.	Cálculo de la Armadura Transversal o de Corte	29
2.10.	DISEÑO DE COLUMNAS	29
2.10.1.	Longitud de Pandeo	29
2.10.2.	Ábacos Adimensionales en Roseta	31
2.10.2.1.	Cuantías Límites	33
2.10.3.	Esbeltez Geométrica y Mecánica	34
2.10.3.1.	Columnas Intermedias.....	34
2.10.3.2.	Compresión Simple.....	34
2.10.3.3.	Excentricidad Mínima de Cálculo.....	35
2.10.3.4.	Excentricidad de primer orden.....	35
2.10.3.5.	Excentricidad Ficticia.....	35
2.10.3.6.	Excentricidad Total o Final de Cálculo.....	36
2.10.4.	Cálculo de la Armadura Longitudinal	36
2.10.5.	Cálculo de la Armadura Transversal	36
2.11.	Estructuras Complementarias.....	37
2.11.1.	Escaleras.....	37
2.11.1.1.	Proceso de Cálculo de la Escalera.....	38
2.11.1.2.	Cargas que Actúan Sobre la Escalera.....	39
2.11.1.3.	Cálculo de las Armaduras	40
2.11.2.	Rampa de Hormigón Armado	42
2.11.2.1.	Cálculo de la Rampa de Hormigón Armado	43

2.12.	FUNDACIONES.....	45
2.12.1.	Zapatas	45
2.12.1.1.	Zapatas Aisladas.....	46
2.12.1.2.	Cálculo a Flexión	48
2.13.	ESTRATEGIAS PARA LA EJECUCIÓN DEL PROYECTO	50
2.13.1.	Especificaciones Técnicas.....	50
2.13.2.	Cómputos Métricos	50
2.13.3.	Análisis de Precios Unitarios	52
2.13.4.	Presupuesto por Ítems y General de Obra.....	53
2.13.5.	Cronograma de Obra	54
CAPÍTULO III. INGENIERÍA DE PROYECTO		55
3.1.	ANÁLISIS DEL LEVANTAMIENTO TOPOGRÁFICO.....	55
3.2.	ESTUDIO DE SUELOS	55
3.3.	ANÁLISIS DEL DISEÑO ARQUITECTÓNICO	58
3.4.	PLANTEAMIENTO ESTRUCTURAL	59
3.4.1.	Estructura de Sustentación	59
3.5.	ANÁLISIS, CÁLCULO Y DISEÑO ESTRUCTURAL.....	60
3.5.1.	Consideraciones para el Diseño Estructural.....	60
3.5.1.1.	Diseño de Junta de Dilatación.....	60
3.5.2.	Predimensionamiento	62
3.5.2.1.	Vigas	62
3.5.2.2.	Columnas	63
3.5.2.3.	Losas Unidireccionales (viguetas pretensadas).....	63

3.5.2.4. Losas Macizas (Rampa)	63
3.5.2.5. Losa Alivianada	64
3.5.3. Cargas de Diseño	64
3.5.4. Diseño y Verificación de los Elementos Estructurales de Sustentación ...	65
3.5.4.1. Diseño de la Losa Alivianada	65
3.5.4.2. Diseño Estructural de la Viga	66
3.5.4.2.1. Diseño a Flexión	67
3.5.4.2.2. Cálculo de la Armadura Transversal cerca de la Columna C14.....	75
3.5.4.2.3. Verificación de la Flecha Máxima	84
3.5.4.3.1. Cargas que Actúan Sobre la Escalera	87
3.5.4.3.2. Cálculo de las Armaduras	89
3.5.4.3.3. Diseño Armadura Longitudinal	90
3.5.4.3.4. Diseño de la Armadura Transversal.....	94
3.5.4.4. Diseño Estructural de la Rampa.....	96
3.5.4.4.1. Cálculo de la Armadura Inferior Positiva en la Menor Dirección “x”	98
3.5.4.4.2. Cálculo de la Armadura Inferior Positiva en la Dirección “y”	99
3.5.4.4.3. Cálculo de la Armadura Superior Negativa en la Menor Dirección “x”	
100	
3.5.4.4.4. Cálculo de la Armadura Superior Negativa en la Dirección “y”	101
3.5.4.5. Diseño Estructural de la Columna	102
3.5.4.5.1. Cálculo de la Armadura Longitudinal.....	110
3.5.4.5.2. Cálculo de la Armadura Transversal	111
3.5.4.6. Diseño Estructural de la Zapata Aislada	113
3.5.4.6.1. Diseño Geométrico de la Zapata.....	114

3.5.4.6.2. Determinación de las Armaduras: Momentos en Secciones 1-1 y 1'-1'.	115
3.6. ESTRATEGIAS PARA LA EJECUCIÓN DEL PROYECTO	122
3.6.1. Especificaciones Técnicas.....	122
3.6.2. Cómputos Métricos	123
3.6.3. Precios Unitarios	123
3.6.4. Presupuesto General.....	123
3.6.5. Cronograma de Ejecución del Proyecto	124
CAPÍTULO IV. APOORTE ACADÉMICO	125
4.1. OBJETIVO	125
4.2. MARCO TEÓRICO	125
4.2.1. Diseño estructural y eficiencia del espacio	125
4.2.2. Las paredes móviles como elemento funcional y técnico	126
4.2.3. Evaluación comparativa y factibilidad	127
4.3. DISEÑO CON PARED MÓVIL.....	127
4.3.1. Comparación entre el peso del muro de ladrillo y la pared móvil.....	128
4.3.2. Verificación del diseño Estructural de la Viga con esfuerzos reducidos	129
3.6.5.1.1. Diseño a Flexión	129
3.5.4.2.2. Cálculo de la Armadura Transversal cerca de la Columna C14.....	137
3.5.4.2.3. Verificación de la Flecha Máxima	147
4.3.3. Verificando en las cuantías de obra.....	148
4.3.4. Viabilidad Económica	149
4.3.5. Viabilidad Temporal.....	150
CONCLUSIONES.....	153

RECOMENDACIONES	154
BIBLIOGRAFÍA	155
ANEXOS	156

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura N°1.1: Mapa del Departamento de Tarija	4
Figura N°1.2: Mapa de la Provincia Cercado.....	4
Figura N°1.3: Ubicación del Proyecto	5
Figura N°2.1: Representación de Curvas de Nivel.....	6
Figura N°2.11: Diagrama de los Dominios de Deformación	14
Figura N°2.13: Longitud de Anclaje en Centímetros ($\varnothing$ en centímetros)	20
Figura N°2.15: Elementos de la Losa Alivianada con Viguetas Pretensadas	22
Figura N°2.16: Armadura de Distribución de la Losa Alivianada con Viguetas Pretensadas	24
Figura N°2.17: Flexión de una Viga Simplemente Apoyada.....	25
Figura N°2.18: Valores del Coeficiente K para Columnas Aisladas.....	30
Figura N°2.19: Nomogramas de la Longitud de Pandeo en Soportes de Pórticos	31
Figura N°2.20: Armadura y Encofrado de una Escalera	37
Figura N°2.21: Partes Componentes de una Escalera	38
Figura N°2.22: Condiciones de Borde en Tramos de Escalera	39
Figura N°2.23: Rampa.....	42
Figura N°2.24: Tipos de Zapata	45
Figura N°2.26: Formas Típicas de una Zapata Aislada.....	47
Figura N°2.27: Zapatas Rígidas y Flexibles.....	48
Figura N°2.28: Cálculo a Flexión de una Zapata Flexible	49
Figura N°3.1: Curvas de Nivel del lugar de emplazamiento del Proyecto.....	55
Figura N°3.2: Ubicación de los Pozos para el Estudio de Suelos	56
Figura N°3.3: Plano Arquitectónico Planta Baja.....	58

Figura N°3.4: Plano Arquitectónico Segunda Planta	58
Figura N°3.5: Plano Arquitectónico Tercera Planta.....	58
Figura N°3.5: Estructura del Centro de Capacitación del Barrio Santiago	59
Figura N°3.6: Estructura con Separación de Junta de Dilatación.....	61
Figura N°3.7: Paño de la Losa Aliviana en Estudio.....	65
Figura N°3.11: Envolvente del Momento Flector en E.L.U. para la Viga 7098 entre los Pilares C18 – C14 (Segunda Planta)	67
Figura N°3.12: Envolvente del Cortante en E.L.U. para la Viga 3 entre los Pilares C18 – C14 (Primera Planta)	74
Figura N°3.13: Envolvente del Cortante en E.L.U. Tramos de Diseño para la Armadura de corte sección central $x = 3.50$ m	81
Figura N°3.14: Disposición de la Armadura en la Viga 3.....	85
3.5.4.3. Diseño Estructural de la Escalera.....	85
Figura N°3.15: Vista en Planta de Escalera.....	86
Figura N°3.16: Características Geométricas de la Escalera	87
Figura N°3.17: Cargas que Actúan sobre la Escalera.....	89
Figura N°3.18: Diagrama de Momentos de la Escalera, como losa Simplemente Apoyada 90	
Figura N°3.19: Cargas que Actúan sobre la Escalera, como Losa Empotrada	92
Figura N°3.20: Diagrama de Momentos de la Escalera, como Losa Empotrada	92
Figura N°3.23: Disposición de la Armadura en la Escalera Sección A-A.....	95
Figura N°3.24: Disposición de la Armadura en la Escalera Sección C-C	96
Figura N°3.25: Vista de la Rampa.....	97
Figura N°3.26: Vista de la Columna C14 en Estudio.....	103

Figura N°3.27: Vista en el Eje X e Y de la Columna P21.....	105
Figura N°3.28: Nomograma para Determinar la Longitud de Pandeo.....	107
Figura N°3.29: Disposición de Armadura de la Columna en Estudio.....	113
Figura N°3.30: Geometría de la Zapata en estudio C14.....	115
Figura N°3.31: Momentos en las Secciones 1-1 y 1'-1'	116
Figura N°3.32: Longitud de Anclaje en Centímetros ($\varnothing$ en centímetros)	120
Figura N°3.11: Envolvente del Momento Flector en E.L.U. para la Viga 7098 entre los Pilares C18 – C14 (Segunda Planta)	129
Figura N°3.12: Envolvente del Cortante en E.L.U. para la Viga 3 entre los Pilares C18 – C14 (Primera Planta)	137
Figura N°3.13: Envolvente del Cortante en E.L.U. Tramos de Diseño para la Armadura de corte sección central $x = 3.50$ m	143
Figura N°3.14: Disposición de la Armadura en la Viga 3.....	147

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla N°2.7: Tipos de Hormigones de acuerdo a su Resistencia (<i>MPa</i>)	11
Tabla N°2.8: Coeficientes de Minoración de la Resistencia de los Materiales	13
Tabla N°2.9: Coeficientes de Mayoración	14
Tabla N°2.10: Recubrimientos Mínimos en Milímetros	18
Tabla N°2.11: Longitudes de Anclaje para Barras Corrugadas Aisladas Valores de los Coeficientes “m”	20
Tabla N°2.13: Dimensiones de las Viguetas	23
Tabla N°3.1: Resultados del Estudio de Suelos	56
Tabla N°3.7: Resultados Armadura Longitudinal	74
Tabla N°3.8: Resultados Armadura Transversal	84
Tabla N°3.9: Resultados de las Armaduras para la Escalera.....	95
Tabla N°3.10: Resultados de las Armaduras para la Rampa.....	102
Tabla N°3.11: Geometría de los Elementos que Concurren a la Columna C14.....	104
Tabla N°3.12: Resultados de las Armaduras para Columna C14.....	112
Tabla N°3.13: Resultados de las Armaduras para la Zapata C14.....	122
Tabla N°3.7: Resultados Armadura Longitudinal	136
Tabla N°3.8: Resultados Armadura Transversal	146

ANEXOS

ANEXO 1 TABLAS

ANEXO 2 ANÁLISIS DE CARGAS

ANEXO 3 TOPOGRAFÍA

ANEXO 4 ESTUDIO DE SUELOS Y VERIFICACIÓN

ANEXO 5 DETALLE DE VERIFICACIÓN DE LOSA ALIVIANADA

ANEXO 6 ESPECIFICACIONES TÉCNICAS

ANEXO 7 CÓMPUTOS MÉTRICOS

ANEXO 8 PRECIOS UNITARIOS

ANEXO 9 PRESUPUESTO GENERAL

ANEXO 10 CRONOGRAMA DE EJECUCIÓN DEL PROYECTO

PLANO TOPOGRÁFICO

PLANOS ARQUITECTÓNICOS

PLANOS ESTRUCTURALES